


Fluidsensor für flüssige und gasförmige organische Verbindungen sowie Verfahren zu seiner Herstellung

Publication number: DE19708529
Publication date: 1998-07-30
Inventor: MERZ JUERGEN DIPL PHYS DR (DE)
Applicant: SZE SPEZIAL ELEKTRONIK HAGENUK (DE)
Classification:
- international: G01N27/12; G01N27/12; (IPC1-7): G01N27/12
- European: G01N27/12
Application number: DE19971008529 19970303
Priority number(s): DE19971008529 19970303

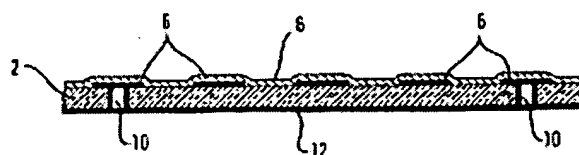
Also published as:

 WO9839642 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE19708529

The invention relates to a liquid sensor for liquid and gaseous organic compounds, comprising an electrical sensor resistor (8; 28) whose electrical conductivity varies according to the presence of a penetrating liquid and which is made of a non-conductor which can be diffused by said liquid and by carbon particles embedded therein. The inventive device is characterized in that the sensor resistor (8; 28) is a film resistor deposited on a non-conductive substrate (2; 24) in the shape of a ceramic body, wherein the carbon particles are arranged in such an amount as ultra fine carbon black particles so that they do not as a general rule touch each other. Contact with the film resistor is preferably made by electrodes (6; 26) which are manufactured on the substrate (2; 24) using thick film technology, forming a micro-toothed structure by means of small silicate crystals arranged therein and which engages with the sensor resistor. The inventive fluid sensor is characterized by high sensitivity, high dynamics, high stability and good recovery properties. It is also easy and therefore more economical to produce.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

SD4



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 08 529 C 1

⑤ Int. Cl.⁶:
G 01 N 27/12

②1 Aktenzeichen: 197 08 529.6-52
②2 Anmeldetag: 3. 3. 97
④3 Offenlegungstag: -
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 7. 98

DE 197 08 529 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
SZE Spezial Elektronik Hagenuk GmbH, 24147
Klausdorf, DE

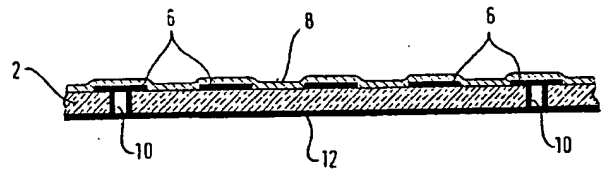
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Dr. Boeters, Bauer, Dr. Meyer, 81541
München

⑦2 Erfinder:
Merz, Jürgen, Dipl.-Phys. Dr., 24326 Kalübbe, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-PS 12 94 705
DE 1 95 24 943 A1
EP 03 72 697 A2

⑤4 Fluidsensor für flüssige und gasförmige organische Verbindungen sowie Verfahren zu seiner Herstellung

⑤1 Ein Fluidsensor für flüssige und gasförmige organische Verbindungen mit infolge des eindringenden Fluids in seiner elektrischen Leitfähigkeit veränderlichen elektrischen Sensorwiderstand (8; 28) aus einem von dem betreffenden Fluid diffundierbaren Nichtleiter und darin eingebetteten Kohlenstoffpartikeln kennzeichnet sich dadurch, daß der Sensorwiderstand ein auf ein nichtleitendes Substrat (2; 24) in Gestalt eines Keramikkörpers aufgebracht Schichtwiderstand ist, bei dem die Kohlenstoffpartikel als Ultrafeinstrußpartikel in einer Menge eingelagert sind, daß sie sich im Regelfall gerade nicht berühren. Vorzugsweise ist der Schichtwiderstand über in Dickschichttechnik auf dem Substrat (2; 24) hergestellte Elektroden (6; 26) kontaktiert, die mittels eingelagerter kleiner Silikatkristalle eine mit dem Sensorwiderstand in Eingriff stehende Mikrozahnstruktur bilden. Der betreffende Fluidsensor zeichnet sich durch hohe Empfindlichkeit, hohe Dynamik, hohe Stabilität und gutes Rückstellverhalten bei leichter und entsprechend kostengünstiger Herstellbarkeit aus.



DE 197 08 529 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Fluidsensor gemäß Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Derartige Fluidsensoren finden Verwendung vor allem zur Leckerkennung an Rohrleitungen oder Tanks und ggf. zur Erkennung von Gewässerverunreinigungen.

Ein Fluidsensor gemäß Gattungsbegriff ist aus der EP-OS 0 372 697 in der Form bekannt, daß in einem gezogenen porösen Polytetrafluorethylenkörper, der selbst wiederum von einer Abdeckung aus gezogenem Polytetrafluorethylen umgeben ist, feine Kohlenstoffpartikel eingelagert sind, die einen Überzug aus einem Fluorharz-Kautschuk aufweisen. Dem Fluorharz-Kautschuk fällt dabei ebenso wie auch der Polytetrafluorethyleneinbettung die Aufgabe zu, von den Kohlenstoffpartikeln Wasserfeuchte abzuhalten.

Des weiteren gibt die DE-PS 12 94 705 einen Sensor für Flüssigkeiten, Dämpfe und Gase an, bei dem elektrisch leitfähige und adsorptionsfähige Teilchen, wie z. B. Metall- oder Kohlenstoffteilchen mit Abmessungen zwischen 0,001 und etwa 1,25 mm, über eine elastische Schicht, beispielsweise aus Kautschuk, an einem plattenförmigen Träger, beispielsweise aus Metall, polymerisierten Kunstharzen, Glas, Porzellan oder Keramik, anhaften und der Übergangswiderstand zwischen den Teilchen durch sich an diese anlagernde Feuchtigkeit veränderlich ist, indem die Teilchen hierdurch voneinander getrennt werden.

Beiden vorgenannten Sensoren ist gemein, daß sie makroskopisch quellfähige Körper aufweisen, derjenige nach der EP-OS 0 372 697 in Gestalt des Polytetrafluorethylenkörpers und derjenige nach der DE-PS 12 94 705 in Gestalt zumindest der elastischen Schicht. Auf diese Weise können sich lang anhaltende und zuweilen dauerhafte Formänderungen ergeben, die Abdrift des Meßverhaltens zur Folge haben. Des weiteren besitzen die betreffenden Materialien einen beträchtlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, wodurch sich auch noch Temperaturabdrift einstellt. Um mit wünschenswert nahe beieinanderliegenden Ansprechschwellen arbeiten zu können, wären von Zeit zu Zeit durchgeführte Referenzmessungen erforderlich, doch sind solche etwa bei der Lecküberwachung von verdeckt verlegten Rohrleitungen nur schwer durchführbar, während bei offliegenden Rohrleitungen Temperaturschwankungen und damit Temperaturabdrift kurzfristig und besonders groß sein können. Dazu noch bieten die aktiven Körper in Gestalt des kohlenstoffbeladenen Polytetrafluorethylenkörpers bzw. der an einem Träger anhaftenden adsorbierenden Teilchen eine im Verhältnis zu ihrem Volumen geringe Oberfläche, wodurch Gase und Dämpfe nur verhältnismäßig schwer einzudringen vermögen, so daß die betreffenden Sensoren gegenüber Gasen und Dämpfen ziemlich unempfindlich sind. Etwa für die Leckerkennung ist jedoch das Messen unvermittelt auftretender Gase und Dämpfe insofern von besonderem Interesse, als sich damit Undichtigkeiten frühzeitig zu erkennen geben. Auch dringen Flüssigkeiten mit niedrigem Dampfdruck infolge der geringen spezifischen Oberfläche nur sehr langsam ein, so daß mit den vorgenannten Sensoren nur leichtflüchtige Substanzen in vertretbar kurzer Zeit erkannt werden können. Schließlich aber lösen sich auch einmal eingedrungene Kontaminierungen nur schwer wieder heraus, so daß die Sensoren ein befriedigendes Rückstellverhalten vermissen lassen, sofern sie nach einer Kontaminierung mit schwerflüchtigen Medien überhaupt noch wiederverwendbar sind.

Von daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Fluidsensor anzugeben, der flüssige und gasförmige organische Verbindungen im wesentliche jedweder Art mit

hoher Zuverlässigkeit und innerhalb kurzer Zeit zu erkennen gestattet und ein gutes Rückstellverhalten besitzt. Dazu noch soll er einfach und kostengünstig herstellbar sein und für seinen Betrieb keine eigene Energiequelle erfordern.

Diese vielfältige Aufgabe ist durch einen Fluidsensor gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Anspruch 16 gibt ein vorteilhaftes Herstellungsverfahren für einen solchen Sensor an, und die jeweiligen Unteransprüche beinhalten bevorzugte Ausgestaltungen des betreffenden Sensors bzw. Herstellungsverfahrens.

In den als Schichtwiderstand ausgebildeten Sensorwiderstand vermögen die zu ermittelnden Fluide auch in gas- oder dampfförmigem Zustand und auch in schwerflüchtiger Form rasch, d. h. innerhalb weniger Sekunden bis allenfalls Minuten, einzudringen. Dazu noch besitzt der an dem selbst sehr formbeständigen Substrat unmittelbar anhaftende dünne Sensorwiderstand eine hohe Formbeständigkeit, wodurch Abdrift weitgehend unterbunden ist. Mittels gebräuchlicher Dickschichttechniken unter Einsatz des Siebdruckverfahrens ist der betreffende Sensor leicht und kostengünstig herstellbar. Die Empfindlichkeit des Sensorwiderstands für eindringende Kohlenwasserstoffe beruht im wesentlichen darauf, daß zwischen den eingelagerten Ultrafeinstpartikeln ein Elektronensprungeffekt (Elektronen-Hopping-Effekt) auftritt. Hinzu gesellt sich bei Messungen unter Wechselspannung ein Tunneleffekt, wodurch sich die Empfindlichkeit noch erhöht. Damit besitzt der Sensor neben hoher Dynamik einen Widerstandsänderungsfaktor von in der Regel >15 , so daß sich ein nachgeschalteter Verstärker erübrigt. Infolgedessen macht der Sensor eine eigene Energieversorgung überflüssig, was ihn u. a. geeignet macht, in explosionsgefährlicher Atmosphäre zum Einsatz zu kommen. Ebenso kann er wasserdicht gekapselt werden, etwa um für die Überwachung von Trinkwasser Anwendung zu finden. Aus dem dünnen Schichtwiderstand lassen sich Kontaminationen verhältnismäßig leicht und schnell wieder herauslösen, wodurch sich ein gutes Rückstellverhalten ergibt, und schließlich läßt sich der betreffende Sensor in einem Massenproduktionsprozeß auf hohem Qualitätsniveau kostengünstig herstellen.

Aus der DE-OS 195 24 943 ist zwar bereits ein Feuchtigkeitssensor bekannt, bei dem eine elektrisch leitende Schicht in einem Muster mittels Drucktechnik unter Verwendung einer Leitpaste auf eine nichtleitende Trägerscheibe, wie z. B. die Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs, aufgebracht ist. Hier aber besteht die leitende Schicht vorzugsweise aus einer Glasfritte mit eingebetteten Platinpartikeln und wird der Sensorwiderstand maßgeblich von der Menge der in geringem Abstand nebeneinander verlaufende Leiterbahnen gemeinsam überdeckenden Feuchtigkeit, vor allem Regenwassertropfen, bestimmt. Für die Erfassung flüssiger und vor allem gasförmiger organischer Verbindungen ist ein solcher Sensor naturgemäß ungeeignet.

Nachfolgend wird ein solcher Sensor zusammen mit dem betreffenden Herstellungsverfahren in verschiedenen Ausführungsformen anhand der Zeichnungen genauer beschrieben. Von diesen zeigt

Fig. 1 eine etwa zehnfach vergrößerte Draufsicht auf den Sensor in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine ebenso vergrößerte Rückansicht des Sensors aus Fig. 1,

Fig. 3 einen noch etwas stärker vergrößerten Detail-Querschnitt durch einen Abschnitt des gleichen Sensors etwa entlang der Linie III-III von Fig. 1 und

Fig. 4 eine etwa zehnfach vergrößerte Draufsicht auf den Sensor in einer anderen Ausführungsform.

Gemäß den Fig. 1 bis 3 ist auf ein kreisrundes, flaches Substrat 2 aus geschlossenporiger Aluminiumoxidkeramik

eine Elektrodenanordnung 4 in Gestalt von sieben konzentrischen kreis- bzw. ringförmigen Elektroden 6 aufgebracht, die zwischen sich Abstände zwischen 0,1 und 0,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,15 und 0,25 mm, einnehmen. Diese Elektroden 6 sind in einer für die Herstellung von Leiterbahnen üblichen Weise mittels Siebdrucktechnik unter Verwendung einer edelmetallhaltigen Siebdruckpaste, vorzugsweise einer solchen auf Platin-Gold-Basis, hergestellt, in die allerdings Silikat Kristalle mit einer Korngröße zwischen 0,3 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 1,0 µm und 10 µm eingemischt wurden. Diese eingemischten Kristalle lassen beim Einbrennen auf der Oberfläche der Elektroden 6 eine Mikro Zahnstruktur entstehen.

Auf die so hergestellten Elektroden 6 samt Mikro Zahnstruktur ist, die gesamte Elektrodenanordnung 4 überdeckend, der Sensorwiderstand 8 in Gestalt eines Schichtwiderstandes aus Polysiloxan mit Ultrafeinstrußdotierung aufgebracht. Die Schichtdicke des Sensorwiderstandes 8 beträgt zwischen 1 µm und 100 µm, vorzugsweise zwischen 2 µm und 10 µm und am zweckmäßigsten etwa 3 µm. Das Polysiloxan bildet ein Nichtleiterskelett, in das die Ultrafeinstrußpartikel mit einer Korngröße zu 90% zwischen 3 nm und 300 nm, vorzugsweise zwischen 10 nm und 100 nm, in solcher Dotierung eingebettet sind, daß zwischen ihnen im trockenen Zustand des Polysiloxans ein durchschnittlicher Abstand zwischen 0,3 nm und 30 nm, vorzugsweise zwischen 1,0 nm und 10 nm, besteht.

Der ohnedies fest an dem Substrat anhaftende, dünn-schichtige Sensorwiderstand 8 erhält zusätzliche mechanische Festigkeit durch seinen formschlüssigen Eingriff mit der Mikro Zahnstruktur im Bereich der Elektroden 6. Da das Substrat 2 zudem nur einen sehr geringen Temperaturausdehnungskoeffizienten aufweist, wird auf diese Weise ein äußerst formstabiler Sensorwiderstand erhalten, der als solcher eine entsprechend geringe Abdrift in seinem Meßverhalten zeigt.

Wie die Fig. 1 bis 3 erkennen lassen, sind die Elektroden 6 durch Durchbohrungen 10 des Substrats 2 hindurch gruppenweise mit Kontaktflächen 12 bzw. 14 auf der Rückseite des Substrats kontaktiert, zwischen denen zudem ein ebenso wie die Kontaktflächen 12 und 14 in Dickfilntechnik hergestellter Nebenschlußwiderstand 16 ausgebildet ist. Zur Vermeidung der Entstehung einer geradlinigen Perforationslinie, an welcher das Substrat 2 zum Brechen neigen könnte, sind die Durchbohrungen 10, wie gezeigt, unregelmäßig oder zumindest zickzackförmig angeordnet.

Die Größe des Nebenschlußwiderstandes 16 wird zwischen 1 kΩ und 100 kΩ, vorzugsweise zwischen 10 kΩ und 50 kΩ und am zweckmäßigsten etwa 20 kΩ betragen. Durch Abbrennen mittels Laserstrahl kann der Widerstand 16 in an sich bekannter Weise kalibriert werden. Nachdem der Sensorwiderstand 8 durch eindringendes Fluid eine Widerstandsänderung von etwa 20 Ω auf mehrere hundert kΩ erfahren mag, stellt der Nebenschlußwiderstand 16 sicher, daß die sich infolge eines Lecks ergebende starke Widerstandsvergrößerung noch zuverlässig von einem Leitungsbruch zu unterscheiden ist. Dabei mag die Ansprechschwelle für den Meldevorgang etwa bei 300 Ω liegen.

Der vorausgehend beschriebene Sensor wird zweckmäßigerweise zusammen mit einer Mehrzahl gleichartiger Sensoren folgendermaßen hergestellt:

In einer geschlossenporigen Aluminiumoxidkeramikplatte gleicher Stärke wie derjenigen des Substrats 2 jedoch einem Vielfachen von dessen Größe werden an entsprechenden Stellen die Durchbohrungen 10 für die einzelnen Sensoren hergestellt und zugleich die Umrisse der Sensoren angerissen oder vorgeschritten. Sodann werden in der so vorbehandelten Keramikplatte die Bohrungswände samt den

anschließenden Randbereichen in einem ersten Siebdruckvorgang mit einer dünnflüssigen metallhaltigen Siebdruckpaste überzogen, worauf der Überzug eingebrannt wird. Ebenso werden, soweit gewünscht, in einem weiteren Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen an geeigneter Stelle zwischen den späteren Kontaktflächen 12 und 14 auf der Rückseite der Keramikplatte mittels einer geeigneten handelsüblichen Siebdruck-Widerstandspaste die Nebenschlußwiderstände 16 hergestellt. Dann werden in einem weiteren Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen, vorzugsweise unter Verwendung der gleichen Siebdruckpaste wie vorausgehend für die Bohrungswände angewandt, auf der Rückseite der Keramikplatte die Kontaktflächen 12 und 14 hergestellt, ggf. so, daß sie die Anschlüsse bzw. Enden des jeweiligen Nebenschlußwiderstands 16 geringfügig überdecken.

In eine handelsübliche Siebdruckpaste auf Edelmetallbasis werden die für die Herstellung der vorerwähnten Mikro Zahnstruktur erforderlichen Silikat Kristalle eingemischt. Sodann werden mittels dieser so aufbereiteten Siebdruckpaste in einem weiteren Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen auf der Vorderseite der Keramikplatte die Elektroden 6 gebildet.

In einem letzten Siebdruckvorgang mit anschließender Polymerisierung werden mittels einer die miteinander zu vereinigenden Polysiloxan Komponenten sowie die erforderliche Feinstrußdotierung enthaltenden Siebdruckpaste über die jeweilige Elektrodenanordnung 4 hinweg die Sensorwiderstände 8 hergestellt.

Wie gesagt können die vorausgehend hergestellten Nebenschlußwiderstände 16 mittels Laserstrahls kalibriert werden.

Schließlich werden die fertiggestellten Sensoren aus der Keramikplatte herausgebrochen. In einem praktischen Beispiel besitzen sie einen Durchmesser in der Größenordnung von 10 mm. Das beschriebene Herstellungsverfahren eignet sich hervorragend für eine kostengünstige Massenfertigung mit hoher Präzision.

Die betreffenden Sensoren können bedarfsweise in ein lediglich ihre Vorderseite freigebendes wasserdichtes Gehäuse eingesetzt werden, um etwa in der Gewässerüberwachung Anwendung zu finden. Andererseits können sie mit Vorteil in der Lecküberwachung etwa von Pipelines Verwendung finden, da sie rasch und zuverlässig ebenso auf Gase und Dämpfe wie auf schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe reagieren, keine eigene Energieversorgung benötigen und eine hohe Temperatur- wie auch Langzeitstabilität aufweisen, welche die Durchführung von Referenzmessungen erübrigt.

Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform, bei der eine Elektrodenanordnung 18 gleicher Beschaffenheit wie die Elektrodenanordnung 4 der vorausgehend beschriebenen Ausführungsform samt integralen Anschlüssen 20 und, gewünschtenfalls, ein Nebenschlußwiderstand 22 ähnlich dem Nebenschlußwiderstand 16 auf die gleiche Seite eines Substrats 24 aufgebracht sind, das hierzu nicht durchbohrt zu sein braucht. Die Elektrodenanordnung 18 weist im gezeigten Beispiel zwei kammförmige, ineinandergreifende Elektroden 26 auf, doch kann die Gestalt der Elektrodenanordnung 18 variieren, solange nur zwei Elektroden gesamtlich mit zwei Anschlüssen auf der gleichen Seite des Substrats in Verbindung stehen.

Die Herstellungstechnik für die Elektrodenanordnung 18 samt Anschlüssen 20, Sensorwiderstand 28 und ggf. Nebenschlußwiderstand 22 kann die gleiche sein wie vorausgehend für die Herstellung der Elektrodenanordnung 4, den Sensorwiderstand 8 und den Nebenschlußwiderstand 16 beschrieben. Indessen entfällt eine Durchbohrung des Sub-

strats mit anschließender Durchkontaktierung, wodurch sich die Herstellung weiter vereinfacht.

Auch der Sensor nach Fig. 4 kann für die Gewässerüberwachung zum Einsatz kommen, wozu dann lediglich die Anschlüsse 20 durch eine geeignete Beschichtung wasser- 5
dicht einzuschließen oder durch ein wasserdicht abschlie-
ßendes Gehäuse abzudecken sind.

Parentansprüche

1. Fluidsensor für flüssige und gasförmige organische Verbindungen mit einem infolge des eindringenden Fluids in seiner elektrischen Leitfähigkeit veränderlichen elektrischen Sensorwiderstand (8; 28) aus einem von dem betreffenden Fluid diffundierbaren Nichtleiter und darin eingebetteten Kohlenstoffpartikeln, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sensorwiderstand (8; 28) ein auf ein nichtleitendes Substrat (2; 24) in Gestalt eines Keramikkörpers aufgebracht Schichtwiderstand ist, bei dem die Kohlenstoffpartikel als Ultrafeinstreupartikel in einer Menge eingelagert sind, daß sie sich im Regelfall gerade nicht berühren.
2. Fluidsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultrafeinstreupartikel zu 90% eine Korngröße zwischen 3 nm und 300 nm, vorzugsweise zwischen 10 nm und 100 nm, besitzen.
3. Fluidsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultrafeinstreupartikel in dem Nichtleiter im trockenen Zustand einen durchschnittlichen Abstand zwischen 0,3 nm und 30 nm, vorzugsweise zwischen 1,0 nm und 10 nm, einnehmen.
4. Fluidsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensorwiderstand (8; 28) eine Schichtdicke zwischen 1 µm und 100 µm, vorzugsweise zwischen 2 µm und 10 µm und am zweckmäßigsten von etwa 3 µm, besitzt.
5. Fluidsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Nichtleiter aus einem Polysiloxan besteht.
6. Fluidsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2; 24) aus einer geschlossenporigen Aluminiumoxidkeramik besteht.
7. Fluidsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensorwiderstand (8; 28) über in Dickschichttechnik auf dem Substrat (2; 24) hergestellte Elektroden (6; 26) kontaktiert ist.
8. Fluidsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in die Elektroden (6; 26) eine Mikro Zahnstruktur bildende kleine Kristalle eingelagert sind und der Sensorwiderstand (8; 28) diese Mikro Zahnstruktur übergreift.
9. Fluidsensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kristalle zu 90% eine Korngröße zwischen 0,3 µm und 50 µm, vorzugsweise zwischen 1,0 µm und 10 µm, besitzen.
10. Fluidsensor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kristalle Silikat Kristalle sind.
11. Fluidsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6; 26) einen gegenseitigen Abstand zwischen 0,1 und 0,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,15 mm und 0,25 mm, einnehmen.
12. Fluidsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (26) mit gegenseitigem Abstand ineinandergreifen oder jeweils mehrere einzelne Elektroden (6) miteinander abwechselnd

seind angeordnet sind und der Sensorwiderstand (8; 28) über die gesamte Elektrodenanordnung (4; 18) hinwegreicht.

13. Fluidsensor nach Ansprüche 12, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Elektroden (6) in Gestalt konzentrischer Ringe und ggf. einer zentralen Kreisfläche angeordnet sind.

14. Fluidsensor nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6) durch Durchbohrungen (10) des Substrats (2) hindurch mit Kontaktflächen (12, 14) auf der Rückseite des Substrats kontaktiert sind.

15. Fluidsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem gleichen Substrat (2; 24) vorder- oder rückseitig ein den Sensorwiderstand (8; 28) überbrückender Nebenschlußwiderstand (16; 22) als Schichtwiderstand (18) ausgebildet ist.

16. Verfahren zur Herstellung eines Fluidsensors nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen auf dem Substrat (2; 24) mittels einer edelmetallhaltigen Siebdruckpaste mit eingelagerten Kristallen die Elektroden (6; 26) samt Mikro Zahnstruktur hergestellt werden und daß in einem weiteren Siebdruckvorgang mit anschließender Polymerisierung mittels einer die erforderlichen Komponenten des Sensorwiderstandes (8; 28) enthaltenden Siebdruckpaste über die Gesamtheit der Elektroden (6; 26) hinwegreichend der Sensorwiderstand (8; 28) hergestellt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16 zur Herstellung eines Sensors mit mehreren miteinander abwechselnd angeordneten einzelnen Elektroden (6) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) vorausgehend an den für die Durchkontaktierung erforderlichen Stellen durchbohrt wird, daß die Bohrungswände und daran anschließende umgebende Flächenabschnitte der Substrataußenflächen in einem ersten Siebdruckvorgang mit einer dünnflüssigen metallhaltigen Siebdruckpaste überzogen werden und der Überzug daraufhin eingebrannt wird und daß in einem weiteren Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen, vorzugsweise mittels der gleichen Siebdruckpaste, auf der Rückseite des Substrats (2) die Kontaktflächen (12, 14) hergestellt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17 zur Herstellung eines Sensors nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem gleichen Substrat (2; 24) in einem zusätzlichen Siebdruckvorgang mit anschließendem Einbrennen mittels einer geeigneten Siebdruck-Widerstandspaste der Nebenschlußwiderstand (16; 22) hergestellt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der hergestellte Nebenschlußwiderstand (16; 22) durch Abbrennen mittels eines Laserstrahls kalibriert wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–19, dadurch gekennzeichnet, daß entsprechende Fluidsensoren zugleich zu mehreren auf einer Substratplatte hergestellt und nach Fertigstellung ausgeschnitten oder ausgebrochen werden.

Fig. 1

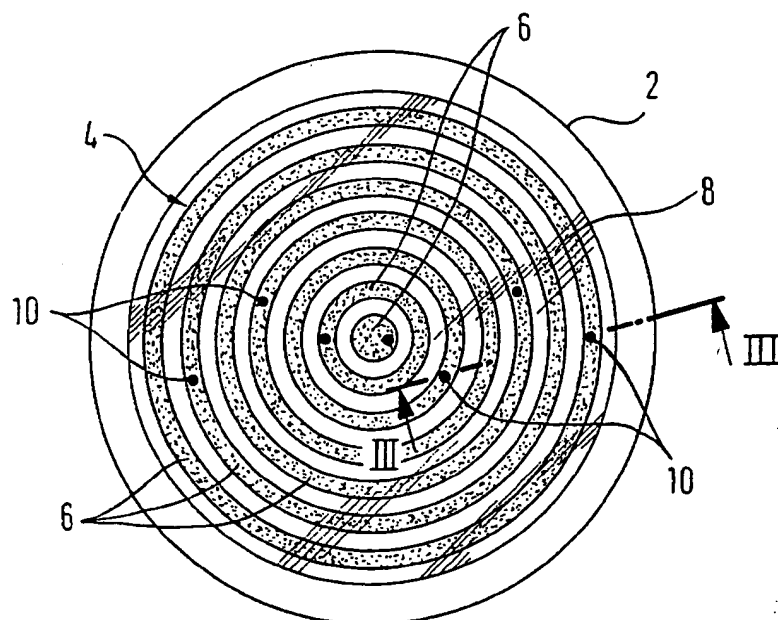


Fig. 2

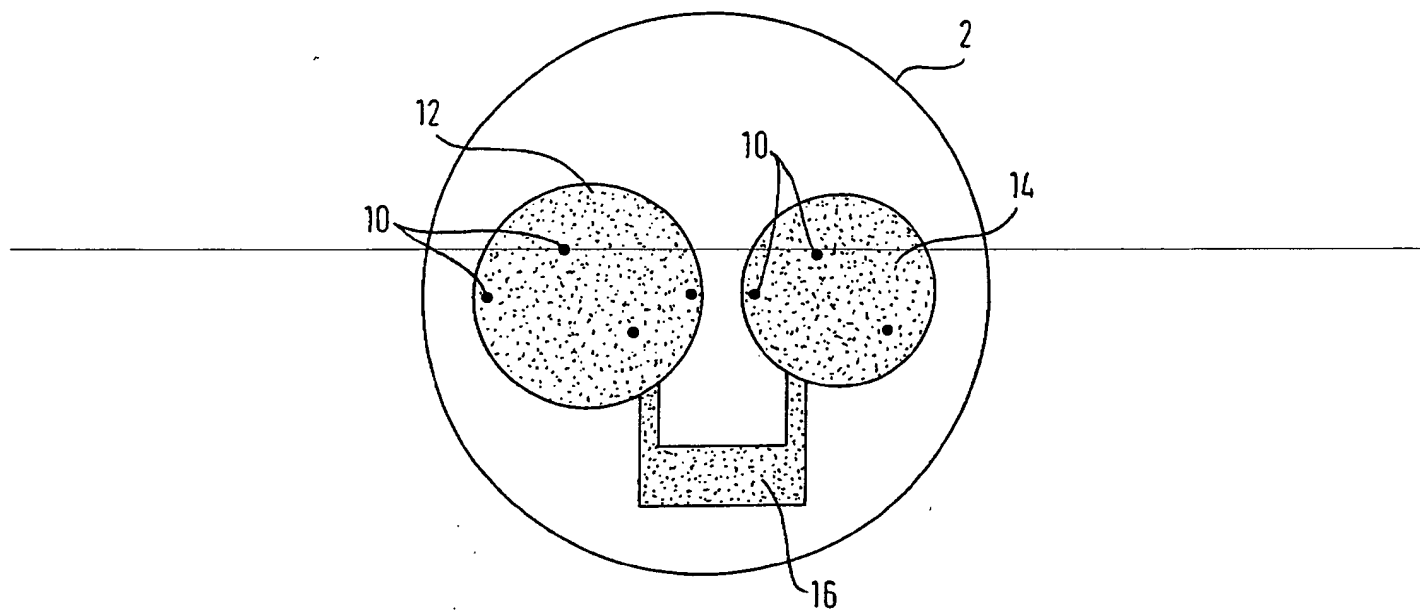


Fig. 3

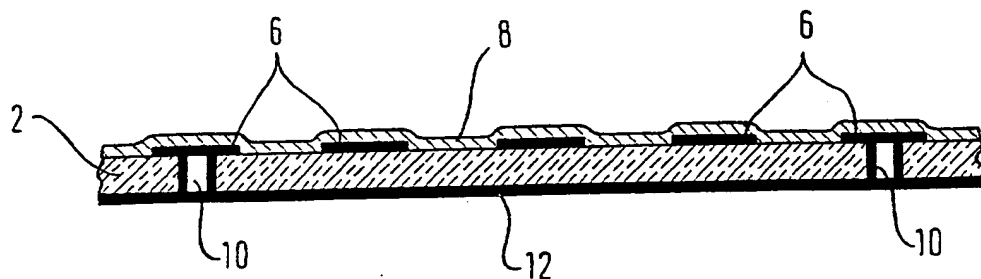
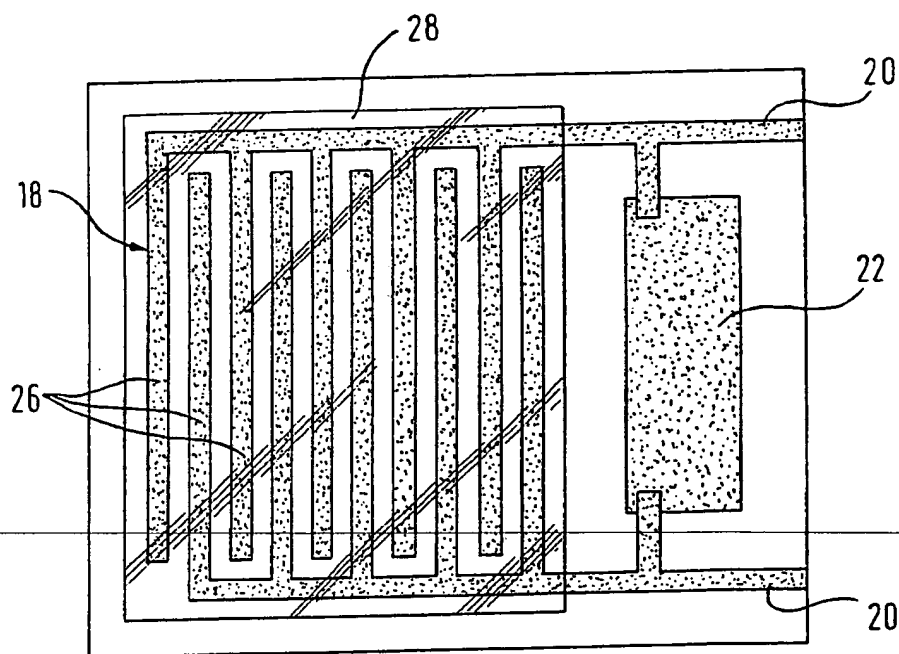


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.